

PENGAMBILAN SILIKAT PADA PASIR ZIRKON DENGAN PEMANASAN SUHU TINGGI

Pristi Hartati, Budi Sulisty, Sunarjo dan Sunardi

P3TM – BATAN

ABSTRAK

PENGAMBILAN SILIKAT PADA PASIR ZIRKON DENGAN PEMANASAN SUHU TINGGI. Salah satu tahapan proses pada pembuatan zirkon ingot adalah peleburan pasir zirkon untuk mendapatkan zirkon yang sudah terpisah dari silikatnya. Peleburan dilakukan dengan pemanasan pada tungku busur listrik. Busur ini terjadi karena adanya loncatan elektron dari elektrode melalui udara ke bahan baku pasir zirkon. Pasir zirkon dan karbon dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipanaskan dalam tungku pada tegangan 26 volt dan arus 70 amper. Jarak elektrode ke bahan baku diatur sedemikian rupa sampai timbul busur. Energi panas yang ditimbulkan oleh busur ini yang dipergunakan untuk melebur pasir dan memisahkan dari silikatnya. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa ukuran elektrode dan distribusi ukuran butir berpengaruh pada kandungan zirkon maupun silika yang didapat pada hasil. Pengaruh diameter elektrode merupakan kebalikan dari pengaruh panjang elektrode terhadap kadar zirkon maupun silika yang dihasilkan. Hasil yang baik didapat sampai 2,7696 g dengan kadar 6,13% Si dari umpan mula – mula 3,9 g pasir zirkon (14,58% Si).

ABSTRACT

SILICATE SEPARATION FROM ZIRCON SAND UNDER HIGH TEMPERATURE. One of the process stage in zircon ingot production is zircon sand melting to get zircon free from its silicate compound. The melting process is conducted by heating up in an electric arc furnace. The arc is affected by electron excitation in the air as it travels through the air to the zircon sand raw materials. Zircon sand was mixed with carbon in various composition after which was then heated in the furnace at the voltage of 26 volts and the current of 70 amperes. The distance from the electrode to the raw materials is adjusted so that arc is produced. The heat energy generated by the arc is used for melting the sand. The results show that electrode dimension as well as powder size distribution influence the amount of separated silicate.

PENDAHULUAN

Zirkonium merupakan logam yang mempunyai ketahanan korosi yang besar terhadap asam maupun basa pada berbagai temperatur dan konsentrasi. Selain itu logam zirkon juga mempunyai titik lebur yang tinggi dan mempunyai sifat mudah dibentuk. Penggunaan dalam industri sangat bervariasi mulai dari bidang elektronik, kedokteran, bola lampu, industri logam dan industri nuklir. Didalam industri nuklir selain digunakan sebagai kelongsong bahan bakar juga digunakan dalam bentuk logam paduan untuk struktur reaktor tabung tekan didalam reaktor jenis PHWR⁽¹⁾.

Logam zirkon dapat diperoleh dari pasir zirkon yang dapat diolah melalui proses basah ataupun proses kering. Proses basah mempunyai kelebihan yaitu prosesnya relatif sederhana dan mudah dilakukan hanya prosesnya panjang, banyak membutuhkan bahan tambahan dan alat

serta menghasilkan banyak limbah. Proses ini yang pernah dilakukan di P3TM – BATAN, Jogjakarta. Saat ini tengah dikembangkan proses kering; proses yang mempunyai beberapa kelebihan yaitu prosesnya pendek, sedikit alat, bahan dan limbah. Dengan adanya pemendekan proses ini diharapkan bisa mendapatkan efisiensi hasil yang lebih besar. Tahapan pengolahan pasir dengan proses kering ini adalah klorinasi, purifikasi, dan reduksi. Yang telah dilaksanakan saat ini adalah klorinasi langsung pasir zirkon menjadi $ZrCl_4$ pada suhu 900-1000°C dengan konversi hasil < 20%. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan perlakuan awal terlebih dahulu sebelum dilakukan klorinasi yaitu dengan memanaskan pasir zirkon dan karbon pada suhu > 1800°C. Pada suhu tersebut diharapkan dapat melepas ikatan silikat dari zirkon dengan membentuk oksidanya.



Silikon oksida (SiO) yang terbentuk berupa gas berwarna putih, yang kemudian akan menyublim menjadi silikon dioksida (SiO₂)⁽²⁾. Hasil dari pemanasan ini yang akan digunakan sebagai umpan klorinasi. Diharapkan efisiensi yang dihasilkan akan lebih besar karena beban pada klorinasi sudah berkurang (sebagian dari Si sudah terlepas).

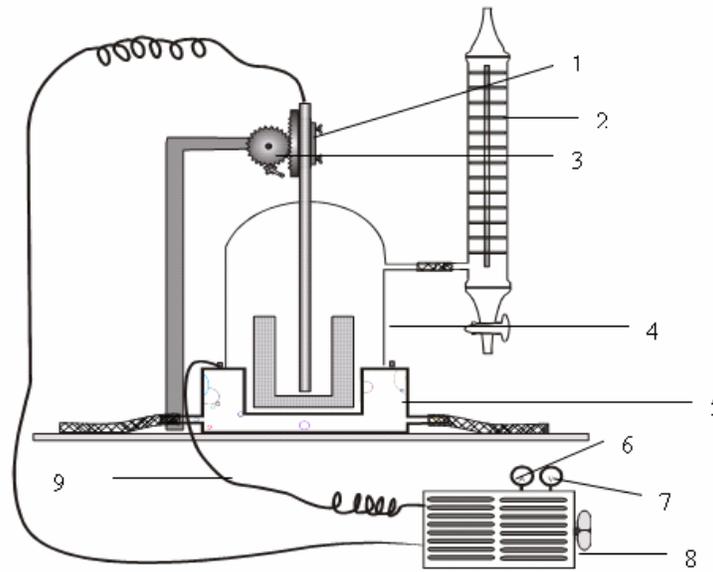
Pemanasan yang akan dipergunakan adalah dengan menggunakan busur listrik. Busur ini terjadi karena adanya loncatan elektron dari

elektrode melalui udara ke bahan baku pasir zirkon. Jarak elektrode ke bahan baku harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu dekat maupun terlalu jauh. Jika terlalu dekat akan terjadi hubung singkat sementara kalau terlalu jauh tidak akan terjadi busur. Energi panas dan tegangannya dapat dituliskan sebagai^(2,3).

$$W = V I T \quad (2)$$

$$V = I R \quad (3)$$

dimana W adalah energi panas, V adalah tegangan, I adalah kuat arus, R sebagai tahanan dan T adalah waktu.



Gambar 1. Tungku Busur Listrik untuk peleburan pasir zirkon
Gambar1. alat pemanas busur listrik untuk pembuatan zirkon karbida

Keterangan gambar :

1. Elektrode
2. Sublimator
3. Penggerak elektrode
4. Tutup keramik
5. Cawan grafit
6. Ampermeter
7. Voltmeter
8. Tansformator
9. Kutup negatif

Pada penelitian ini dipelajari tentang diameter maupun panjang elektrode yang digunakan karena diameter akan menentukan juga kuat arus yang dihasilkan sedang kuat arus yang besar akan semakin menambah sempurna pemisahan. Disamping itu juga dipelajari distribusi ukuran butir. Sejumlah serbuk yang digunakan biasanya terdiri dari

partikel – partikel serbuk yang mempunyai bentuk dan ukuran yang sangat bervariasi. Serbuk yang demikian akan menimbulkan ketidak teraturan didalam susunan partikelnya, sehingga luas bidang kontak yang terjadi tidak sempurna atau Si yang terambil tidak optimum; oleh karena itu pada penelitian ini dipelajari adanya Pengaruh distribusi ukuran butir terhadap banyaknya Si yang terambil.

TATA KERJA

Bahan dan Alat

Sebagai umpan digunakan pasir zirkon yang berasal dari P Bangka decampur dengan calsine coke dari PT Dumai dengan perbandingan berat 78% pasir dan 22% calsine coke. Percobaan dilakukan dalam suatu alat pemanas busur listrik buatan P3TM.

Cara Kerja

1. Pasir zirkon dan karbon (calsin coke) ditimbang dengan perbandingan tertentu, kemudian dicampur sampai homogen dan dimasukkan dalam krus grafit.
2. Cawan grafit disambungkan dengan kabel listrik dengan kutup nol, sedangkan elektrode dengan panjang tertentu disambungkan ke arus positif, tegangan listrik dari transformator diukur pada skala 80 atau 26 volt.
3. Jarak antara elektrode dengan bahan yang akan dilebur diatur sedemikian rupa sehingga menimbulkan panas/ busur listrik; waktu alir arus ditetapkan selama 15 menit.

Setelah dingin hasil yang didapat ditimbang baik yang ada pada cawan atau pada

tutup/cungkupnya . Hasil ini dianalisa kandungan zirkonnya dengan metode analisa aktivasi netron cepat.

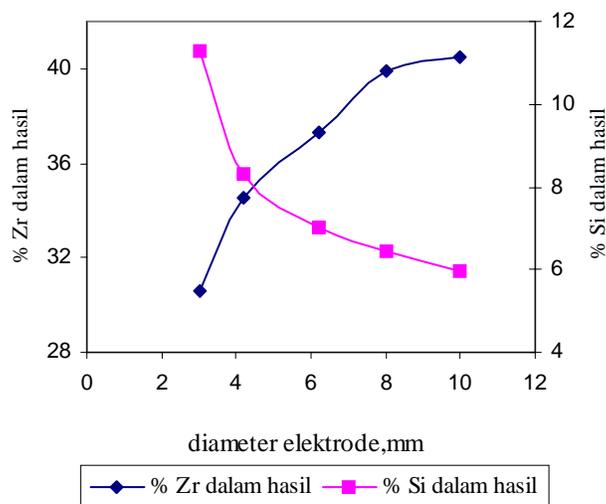
HASIL DAN PEMBAHASAN

Diameter Elektrode

Tabel 1 dan Gambar 2 merupakan data hasil penelitian mengenai pengaruh diameter elektrode yang digunakan terhadap konsentrasi zirkon dan konsentrasi silika yang diperoleh dalam hasil maupun Si yang terambil. Konsentrasi zirkon adalah prosentase kandungan zirkon yang ada dalam hasil setelah pemanasan selesai dilakukan, demikian juga untuk silikanya; sedang prosen Si yang terambil adalah selisih Si dalam umpan dan dalam hasil dibagi yang ada dalam umpan.

Tabel 1. Hubungan antara diamer elektrode dan Si terambil 3,9 g pasir zirkon (Zr 40, 73 %; Si 14,58, %) + 1,1 g karbon, Lelektrode 12cm,26 volt, 76 amper, waktu pemanasan 15 menit

No	D, elektrode mm	Hasil pemanasan			%Si terambil
		% Zr	% Si	Berat,g	
1	3,0	30,57	11,28	3,2855	34,82
2	4,2	33,58	8,31	3,0498	55,43
3	6,2	35,79	7,02	2,9750	63,27
4	8,0	39,93	6,13	2,7696	71,22
5	10,0	40,48	6,18	1,9980	73,39



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi zirkon dan silika dalam hasil dengan diameter elektrode.

Dari Tabel 1 dan Gambar 2 diatas terlihat bahwa diameter yang semakin besar Si yang terambil juga semakin besar atau Si yang ada dalam hasil semakin kecil. Hal ini disebabkan karena untuk diameter elektrode yang besar berarti hambatannya semakin kecil. Sesuai

hukum ohm bahwa hambatan listrik akan berbanding terbalik dengan arusnya, berarti untuk diameter elektrode yang besar, hambatan listrik kecil arus listrik ataupun daya yang ditimbulkan menjadi besar pula. Untuk arus yang besar akan menyebabkan semakin sempurnanya

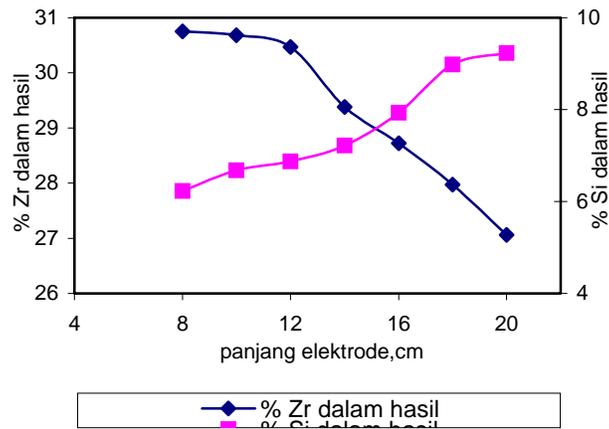
pemanasan sehingga semakin besar pula Si yang terambil. Dari tabel dan gambar diatas diameter 8 mm adalah yang baik, karena Si yang ada dalam hasil relatif rendah dibandingkan yang lain dan berat yang didapat tidak terlampau banyak yang hilang.

Panjang Elektrode

Pengaruh panjang elektrode terhadap silikat yang terambil dapat dilihat pada Tabel 2 maupun Gambar 3.

Tabel 2. Pengaruh panjang elektrode pada hasil pemanasan 3,9 g pasir zirkon (Zr 40, 73 %; Si 14,58, %) + 1,1 g karbon, D elektrode 6mm, 26 volt, 76 amper, waktu pemanasan 15 menit

No	Panjang elektrode, cm	Hasil pemanasan			% Si terambil
		% Zr	%Si	Berat, g	
1	8	30,75	6,23	2,7950	69,37
2	10	30,68	6,68	2,8386	66,65
3	12	30,47	6,87	2,8450	64,63
4	14	29,38	7,02	2,9750	63,27
5	16	28,72	7,93	2,8750	59,90
6	18	27,97	8,98	3,1026	51,00
7	20	27,06	9,23	3,1955	51,87



Gambar3. Hubungan antara panjang elektrode terhadap hasil

Dari Tabel 2 dan Gambar 3 terlihat bahwa semakin panjang elektrode yang digunakan akan semakin banyak kandungan silikat yang ada dalam hasil atau hanya sedikit yang dapat terambil/ terpisahkan dari pasir zirkon sehingga kandungan zirkonnya pun menjadi semakin kecil. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa semakin panjang elektrode berarti semakin besar tahanan atau hambatan listriknya. Untuk tahanan yang semakin besar, kuat arusnya semakin kecil. Sedang kuat arus yang kecil akan mengakibatkan energi panas yang dihasilkan juga semakin kecil, sehingga reaksi yang terjadi menjadi kurang sempurna atau silikat yang terambil hanya kecil sehingga kandungan silikat dalam hasil tetap

besar atau zirkonnya tetap kecil. Dari gambar 2 dan 3 bila dihubungkan akan terlihat bahwa diameter elektrode ternyata pengaruhnya merupakan kebalikan dari pengaruh panjang elektrode. Kalau diameter semakin besar akan menambah energi panas atau daya yang dikeluarkan sedangkan kalau semakin panjang elektrode akan memperkecil daya yang dikeluarkan. Kedua hal ini akan berhubungan erat dengan banyaknya silikat yang terambil.

Distribusi Ukuran Serbuk

Distribusi ukuran serbuk dan pengaruhnya terhadap prosen Si yang terambil dapat dilihat pada Table 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Distribusi Ukuran Serbuk pada umpan pemanasan pasir zirkon

No	Ukuran ayakan, μm	Fraksi berat, %				
		A	B	C	D	E
1	-300+180	26,29	78			18
2	-180+150	13,22		40	20	20
3	-150+125	22,08			38	20
4	-125+106	10,41		38		20
5	-106	28,31	22	22	42	22

Tabel 4. Pengaruh distribusi ukuran serbuk pada pengambilan silikat 3,9 g pasir zirkon (Zr 40,73 %; Si 14,58, %) + 1,1g karbon, 26 volt, 76 amper, waktu pemanasan 15 menit.

No	Fraksi dribusi ukr serbuk	Hasil pemanasan			% Si terambil	Keterangan
		% Zr	% Si	Berat, g		
1	A	39,93	6,13	2,7696	71,22	
2	B	35,32	7,07	2,9487	63,34	
3	C	39,07	7,16	2,1345	72,11	8 min mati
4	D	40,82	7,54	1,9850	73,67	6min mati
5	E	40,04	5,55	2,9055	71,64	

Ukuran butir berhubungan dengan luas bidang kontak antar butir, semakin kecil berarti bidang kontak atau luas mukanya semakin besar. Dari tabel terlihat untuk distribusi A adalah distribusi yang asli; terlihat bahwa umpan yang asli termasuk serbuk dengan ukuran variatif.

Dari tabel terlihat bahwa distribusi B, Si yang terambil adalah terendah karena pada distribusi ini butir-butirnya lebih besar dari distribusi yang lain sehingga luas kontakannya lebih kecil atau kurang sempurna pengambilan silikatnya. Distribusi C dalam 8 menit sudah mati – mati dan sulit hidup lagi. Hal ini disebabkan karena serbuk yang kecil lebih banyak sehingga cepat sekali habis atau berkurang sampelnya, sebagian terbang disebabkan adanya tekanan dari busur yang timbul dan sebagian lagi memang sudah selesai reaksinya. Hal ini dapat dilihat pada berat yang diperoleh, walau Si yang terambil relatif besar tetapi berat yang diperoleh lebih kecil, sehingga ini menunjukkan banyaknya Si yang terambil itu kemungkinan karena banyak sample yang hilang. Demikian juga untuk serbuk D dalam 5 menit sudah mati. Sedangkan untuk serbuk yang lain relatif bisa selesai sampai waktu pemanasan yang diinginkan.

KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai pemanasan pasir zirkon ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Ukuran elektrode yang digunakan berpengaruh pada kandungan zirkon maupun silika yang ada dalam hasil. Panjang elektrode pengaruhnya merupakan kebalikan dari pengaruh diameter elektrode terhadap

daya atau kuat arus yang ditimbulkan sehingga akan mempengaruhi pula pada jumlah zirkon maupun silika yang ada pada hasil.

2. Distribusi ukuran serbuk mempengaruhi pada hasil pemanasan. Jika terlalu kecil ukuran serbuk akan banyak yang hilang karena ada tekanan dari busur.
3. Pada penelitian ini didapat kondisi yang relatif baik untuk panjang elektrode 12 cm, diameter 8 mm dan distribusi ukuran serbuk 26,29% (-300+180 μm), 13,22% (-180+150 μm), 22,08% (-150+125 μm), 10,41% (-125+106 μm), 28,31% (-106 μm), mendapatkan hasil 2,7696g dengan kadar 39,93% Zr dan 6,13% Si dari berat mula-mula pasir zirkon 3,9 g (14,58% Si).

DAFTAR PUSTAKA

1. BENJAMIN LUSTMANT, The metallurgy of Zirconium, Mc Graw Hill Book Co. Inc, New York, 1955
2. -----, Air Products Indonesia: Bisnis Anda, Electric arc furnace, http://www.airproducts.co.id/ind/metals/production_melting_casting.htm, 2003
3. -----, Electric Arc Welding, <http://www.petra.ac.id/english/courses/production/las.htm>, 9/11/2003.
4. ANWAR MUZAFFAR, Production of Hafnium Free Zirconium Tetra Chloride, Nuclear Materials Division, Pakistan Institute of Nuclear Science Technology, Nilore, Rawalpindi, November, 1977.

5. -----, Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan untuk Konservasi dan Optimasi Energi pada Tungku Busur Listrik, <http://www.ristek.go.id/referensi/riset-unggul/ruk-prog1.htm>

TANYA JAWAB

Triyono

- Pada Penelitian ini alat pengukur suhunya menggunakan manual atau digital?

Pristi Hartati

- Alat Pengukur suhu menggunakan pirometer.

Aslina Br. Ginting

- a. Pada penelitian ini berapa persen (%) silikat yang terambil, apakah cukup ekonomis?
b. Apakah alat yang digunakan untuk analisa?

Pristi Hartati

- a. Silikat yang terambil 71,22%, kami belum memperhitungkan evaluasi ekonomi.
b. Generator neutron.